



## 概述

LP2281 是一款高集成度、高性能的电流模式PWM 控制器芯片。适用于电源适配器等中小功率的开关电源设备。

为了降低待机功耗，满足更高的绿色环保标准，芯片提供了脉冲模式（Burst Mode）功能、极低的启动电流和工作电流。脉冲模式即在轻载或者无负载情况下，LP2281 可以线性地降低芯片的开关频率，因此减少开关的损耗；空载节能和RT 引脚节能的专利技术，使得 LP2281 可以轻易实现低于 75mW 的待机功耗，并使效率能优于能效六的要求。

LP2281 优化了降频与抖频的关系曲线，在频率降低时，抖频范围不会随频率等比例降低，从而使得系统在中、轻载时EMI 得以有较大改善。此外 LP2281 具有极宽的工作电压范围（7.7V~34V），大大方便了变压器的设计和系统的兼容性。

LP2281 内置同步斜坡补偿电路，防止PWM 控制器在高占空比工作时候可能产生的谐波振荡。LP2281 在电流采样输入引脚内置了前沿消隐功能，能有效去除电流反馈信号中的毛刺。有助于减少外部元器件数量，降低系统的整体成本。

LP2281 提供了多种全面的可恢复保护模式，其中包括：逐周期电流限制保护（OCP）、过载保护（OLP）、过温保护（OTP）、VDD 电压的过压保护和钳位、以及欠压关闭（UVLO）、次级肖特基短路保护；外部可编程的 OTP 和 OVP 具有很高的精度；为了更好的保护外部 MOSFET 功率管，栅极驱动输出电压被钳位在 13V。

LP2281 在图腾柱栅极驱动输出端使用了频率抖动技术和软开关控制技术，可以很好的改善开关电源系统的 EMI 性能。通过优化设计，当芯片的工作频率低于 20KHz 的情况下，音频能量可以降到最小值。因此，音频噪声性能可以获得很大的改善。

LP2281 芯片可以作为线性电源或者RCC 模式电源的最佳替代产品，从而提高开关电源系统的整体性能，并有效地降低系统成本。

LP2281 采用SOT23-6 封装

## 特点

- 低启动电流（4uA）
- 低工作电流（正常 1.7mA，空载 0.9mA）
- 待机功耗<75mW
- 电流模式工作
- 专利的最优化降频与抖频性能
- 专利的 RT 引脚节能技术
- 次级肖特基短路保护
- 高精度的外部可编程的过温保护和 OVP 保护
- 逐周期电流限制保护（OCP）
- CS 开路保护
- 内置过温保护（OTP）
- 软启动功能（Soft-start）
- 内置 VDD 过压保护和钳位
- 欠压关闭功能（UVLO）
- 宽的工作电压范围（7.7V~34V）
- 栅驱动输出电压钳位（13V）
- 软驱动功能（Soft-driver）
- 频率抖动功能
- 恒定输出功率限制
- 过载保护（OLP）
- 最大可驱动 60W 系统

## 应用

- 开关电源设备以及离线 AC/DC 反激式电源转换器
- 电源适配器
- 机顶盒电源
- 开放式开关电源
- 电池充电器

### 典型应用

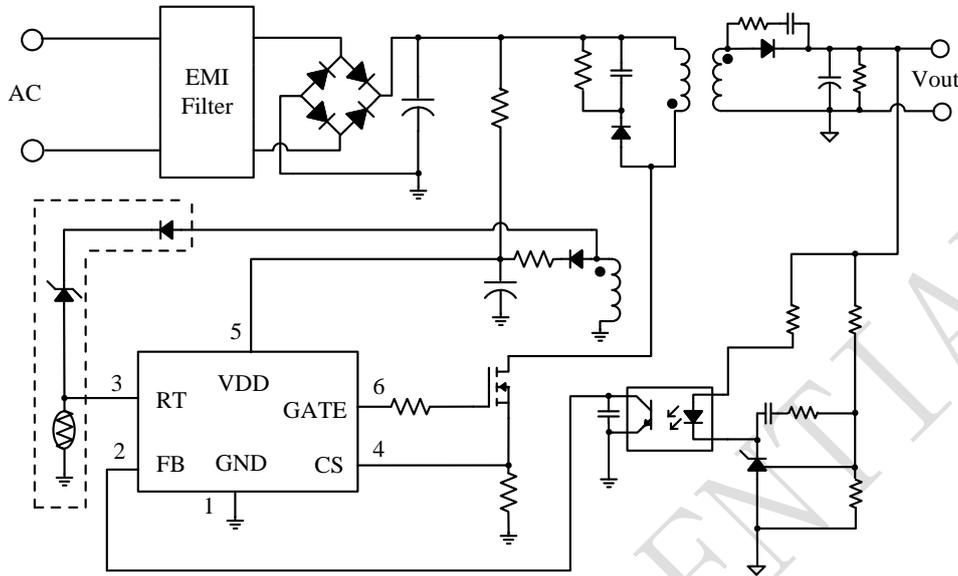


图1 LP2281 典型应用图

备注：虚线框中的 diode、zener 和 NTC 电阻为可选原件，用于外部可编程的 OTP 和 OVP

### 订购信息

订购型号	封装	包装形式	打印
LP2281	SOT23-6	盘装 3000 颗/盘	81XXXX

### 管脚封装

81: LP2281

xxxx: 芯片批号

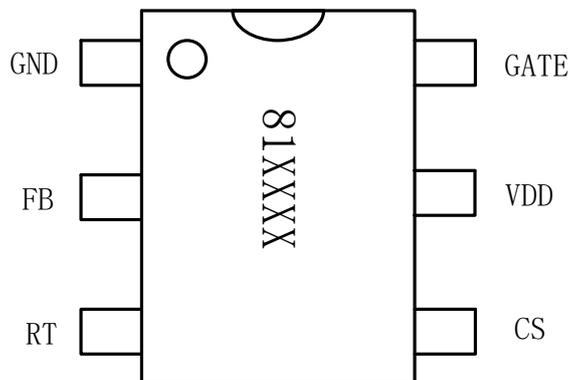


图2 管脚封装图

**管脚描述**

管脚号	管脚名称	描述
1	GND	芯片地
2	FB	反馈输入引脚。其输入电平值与 4 脚的电流侦测值共同确定 PWM 控制信号的占空比。如果 FB 端的输入电压大于某个设定的阈值电压，则内部的保护电路会自动关断 PWM 输出。
3	RT	用于外部可编程的 OTP 和 OVP 设置；通过二极管和 zener 连接到辅助绕组，可用于精确的输出过压保护（OVP）；通过连接 NTC 电阻，可用于精确的过温保护（OTP）；不用时可悬空
4	CS	电流监测反馈输入引脚。用于判断是否达到限流值。
5	VDD	电源脚
6	GATE	驱动输出引脚。用于驱动外接的MOSFET开关管

**推荐工作条件**

符号	参数	值	单位
VDD	VDD 供电电压	10~30	V
T <sub>A</sub>	操作温度	-20~85	°C

**极限参数(注 1)**

符号	参数	参数范围	单位
VDD	电源电压	-0.3~34.5	V
CS	CS 引脚输入电压	-0.3~7	V
FB	FB 引脚输入电压	-0.3~7	V
RT	RT 引脚输入电压	-0.3~7	V
I <sub>CC</sub>	VDD DC 钳位电流	10	mA
P <sub>DMAX</sub>	功耗(注 2)	0.45	W
θ <sub>JA</sub>	PN结到环境的热阻	240	°C/W
T <sub>J</sub>	工作结温范围	-20 to 150	°C
T <sub>STG</sub>	储存温度范围	-40 to 150	°C
	ESD（注 3）	3	KV



**注 1:** 最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

**注 2:** 温度升高最大功耗一定会减小，这也是由  $T_{JMAX}$ ,  $\theta_{JA}$ , 和环境温度  $T_A$  所决定的。最大允许功耗为  $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA}$  或是极限范围给出的数字中比较低的那个值。

**注 3:** 人体模型，100pF 电容通过 1.5K $\Omega$  电阻放电。

### 电气参数(注 4, 5) (无特别说明情况下, VDD=16V, T<sub>A</sub>=25°C)

Symbol	Parameter	Test condition	Min	Typ	Max	Unit
<b>Supply Voltage (VDD)</b>						
VDD_OP	Operation voltage				34	V
UVLO_ON	Turn on threshoud Voltage	VDD Rising	14.0	15.0	16.0	V
UVLO_OFF	Turn off threshoud Voltage	VDD Falling	7.2	7.9	9.0	V
I_VDD_ST	Start up current	VDD=13V, RT=100K		4	10	uA
I_VDD_OP	Operation Current	VDD=16V, V <sub>FB</sub> =3V GATE with 1nF to GND		1.7	2.5	mA
VDD_OVP				34.5		V
VDD_Clamp	VDD Zener Clamp Voltage	I <sub>VDD</sub> =10mA		35.5		V
<b>Feedback Input Section</b>						
V <sub>FB</sub> _Open	V <sub>FB</sub> Open Loop Voltage	VDD=16V, FB open	4.3	5.0	5.6	V
I <sub>FB</sub> _Short	FB Pin Short Current	FB Shorted to GND	0.22	0.315	0.41	mA
V <sub>TH</sub> _PL	Power limiting FB Threshold	VDD=16V	3.2	3.65	4.0	V
T <sub>D</sub> _PL	Power limiting Debounce	VDD=16V, FB open	48	60	72	mS
Z <sub>FB</sub> _IN	Input Impedance	VDD=16V, FB=2V/3V, CS open	13	16.5	20	k $\Omega$
<b>Current Sense Section</b>						
TLEB	Leading edge Blanking Time			330		nS
T <sub>D</sub> _OC	OCP control delay	GATE with 1nF to GND		70		nS
V <sub>TH</sub> _OC	OCP threshold	FB=3.4V	0.690	0.740	0.790	V
Max_OC	Max_OCP for line comp	FB=3.4V	0.9	0.95	1	V
V <sub>th</sub> _SBD	CS threshold for SBD short	VDD=16V		2.0		V
T <sub>d</sub> _SBD	Delay of SBD short protect	8 PWM cycle		8		CLK
<b>Oscillator Section</b>						
Fosc	Frequency	VDD=16V, FB=3.2V	60	65	70	khz
D_max	Max duty	VDD=16V, FB=3.2V	70	75	82	%
Jitter period		For 65K		4		ms
Jitter rang		For 65K		±5		%
Fosc_BM	Burst mode frequency	VDD=16V, FB fall from 2V to burst		22		khz

$\Delta f_{temp}$	Frequency variation versus temp. Deviation	TEMP=-20 to 85°C		5		%
$\Delta f_{VDD}$	Frequency variation versus VDD	VDD=12 to 25V		5		%
<b>Thermal</b>						
T_shutdown	Thermal shutdown temperature			150		°C
<b>RT section</b>						
I_RT	RT source current	VDD=16V, RT<1.1V	95	100	105	uA
Vth_OTP	RT low protection	VDD=16V, RT fall from 1.2V	0.95	1	1.05	V
Vth_OVP	RT high protection	VDD=16V, RT rise from 1.5V	1.6	2.1	2.6	V
RT_float	RT floating voltage	VDD=16V	1.1	1.3	1.5	V
I_RT_sink	RT sink current@clamp	VDD=16V, RT=2.1V		135		uA
TD_RT	Delay for RT protection	8 CLK cycle		8		CLK
<b>GATE Output Section</b>						
VOL	Output voltage Low	VDD=16V, Io =-20mA			0.8	V
VOH	Output voltage high	VDD=16V, Io =20mA	9			V
VClamp	Output clamp voltage	VDD=20V	11	13	14.5	V
Tr	Rising time	VDD=16V, GATE with 1 nF to GND		635		nS
Tf	Falling time	VDD=16V, GATE with 1 nF to GND		105		nS

注 4: 典型参数值为 25°C 下测得的参数标准。

注 5: 规格书的最小、最大规范范围由测试保证, 典型值由设计、测试或统计分析保证。

### 内部结构框图

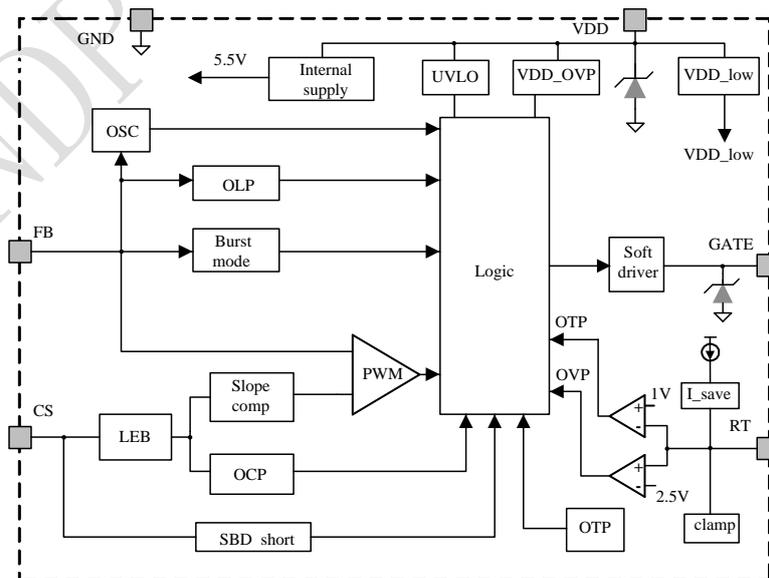


图 3 LP2281 内部框图

## 功能描述

LP2281 是一款高集成度、高性能的电流模式 PWM 控制器芯片。适用于电源适配器等中小功率（60W 以下）的开关电源设备与开关电源转换器。极低的启动电流与工作电流、以及轻载或者无负载情况下的 burst mode 功能，都能有效的降低开关电源系统的待机功耗，提高功率转换效率，从而使得LP2281 可以满足能效 6 的效率要求，并实现待机功耗小于 75mW。内置的同步斜坡补偿、反馈引脚的前沿消隐等功能不仅能减少开关电源系统的元器件数目，还增加了系统的稳定性，避免谐波振荡的产生。LP2281 还提供了多种全面的可恢复保护模式。主要特点功能描述如下

### 启动电流和启动控制

LP2281 的启动电流设计得很小（4uA），因此VDD 能很快充电上脱离UVLO 的阈值电压以上，器件可以实现快速启动。大阻值的启动电阻可以被用来减少功耗，并且在应用中可以简化启动电路的设计，实现可靠的启动。对于一个典型的通用的 AC/DC 电源适配器设计（输入电压范围 90VAC~264VAC），一个 2M $\Omega$ ，0.125W 启动电阻可以和一个 VDD 电容一起提供快速和低功耗的启动设计方案。

### 工作电压

LP2281具有很宽的工作电压范围(7.7V-34V)，因此相同的变压器参数可以满足不同输出电压规格的系统要求，从而方便了变压器的设计和提高了系统的兼容性。

### 工作电流

LP2281 具有很低的工作电流（65KHz 时为 1.7mA），在待机时芯片电流降至0.9mA。低工作电流，以及burst mode控制电路可以有效地提高开关电源的转换效率；并且可以降低对VDD 保持电容的要求。

### 软启动（Soft-start）

在芯片上电时，过流保护阈值会分8步逐步上升，每步持续时间为32 个开关周期，从而有效抑制了启动时的电流尖峰，降低了元件的应力，使系

统工作更加稳定。

### 脉冲模式（Burst Mode）

在无负载或者轻负载的情况下，开关电源中的大部分功耗来自于MOSFET 的开关损耗、变压器的磁心损耗、以及缓冲电路的损耗。功耗的大小与一定时间内MOSFET 的开关次数成正比。减少开关次数也就减少了功耗，节约了能源。

LP2281 内置的Burst Mode 功能，可以根据负载情况自动调节开关模式。当系统处于无负载或者轻/中负载下，FB端的输入电压会处于脉冲模式（Burst Mode）的域值电压之下。根据这个判断依据，器件进入脉冲模式控制。栅极驱动输出端只有在VDD 电压低于预先设定的电平值，或者FB 输入端被激活的情况下才会有输出。其他情况下，栅极驱动输出保持长关的状态以减少功耗，从而尽可能地减少待机功耗。高频开关的特性也减少了工作时的音频噪声。

### 优化的降频及抖频控制方法

LP2281内置了65KHz的最高工作频率，并优化了降频与抖频的控制方法，传统的PWM 控制IC，其抖频范围会随频率的降低而线性地降低，从而导致在中、轻载时由于频率较低、抖频范围很小，EMI 性能明显变差；LP2281采用专利技术，优化了抖频与降频的关系曲线，使得在全负载范围内都能保持良好的EMI 性能。

### 电流检测和前沿消隐

LP2281内部具有逐周电流限制（ Cycle-by-Cycle Current Limiting）功能。开关电流通过检测电阻输入到CS引脚。引脚内部的前沿消隐电路可以消除MOSFET开启瞬间由于snubber二极管反向恢复造成的感应电压毛刺，因此CS输入端的外接RC滤波电路可以省去。限流比较器在消隐期间被禁止而无法关断外部MOSFET。PWM 占空比由电流检测端的电压和FB输入端的电压决定。

### 内部同步斜坡补偿

PWM产生过程中，内置的斜坡补偿电路可以在



电流检测输入端的电压基础上叠加斜坡电压。这极大地增强了CCM 下闭环的稳定性，避免了谐波振荡，减少了输出纹波电压。

### CS 开路及次级肖特基短路保护

当CS 开路时，上电后LP2281将不会发出任何脉冲；当次级肖特基短路时，LP2281将会在8 个脉冲周期后进入保护状态；以上两种保护均会进入UVLO 自动重启模式，直至异常消失。

### RT 引脚保护设置(OTP 与 OVP)

LP2281通过RT引脚提供外部可编程的OTP、OVP保护。RT引脚会流出100uA 电流，可接一个NTC电阻可实现外部可调的OTP，当RT电压低于1.0V时，系统会进入保护；当次级消磁时，RT 引脚高于2.1V时也会进入保护，可通过一个二极管和一个zener管连接到辅助线圈来实现外部可调的OVP 保护；为了避免对OTP 的干扰，zener 电压需要高于正常工作时辅助的最高电压，并留有3V 以上余量；以便保证正常工作时，没有电流从zener流到RT引脚；如果无需用到以上两个功能，RT 引脚可以悬空。

### 栅极驱动

LP2281的GATE引脚连接到外部MOSFET的栅极以实现开关控制。太弱的栅驱动强度会导致过大的开关损失，而太强的驱动会产生过大的EMI。LP2281通过内建图腾柱栅极驱动电路的优化设计，实现了输出强度和死区时间控制两者之间的良好折中。优越的软开关技术有效地抑制了每个周期开启时的电流尖峰，从而可以更容易的设计出理想的低待机损耗和EMI系统。LP2281还在栅极驱动输出端内置了13V的钳位电路，有效地保护了外接MOSFET开关管并进一步降低损耗。

### 保护控制

LP2281提供了全面的保护特性，系统可以获得最高可靠性。其中包括逐周限流保护(OCP)，过载保护(OLP)，过温保护(OTP)，CS 开路保护，次级肖特基短路保护，VDD 过压保护(VDD\_OVP)及钳位(VDD\_clamp)以及低压 关断(UVLO)；和外部可编程的OTP、OVP 保护。LP2281内置的OCP保护电路可以有效地检测

PWM控制信号的占空比。在输出过载的情况下，FB输入电压超过功率限制阈值大于TD\_PL 时，控制电路将关断MOSFET输出。当VDD低于UVLO 门限电压时器件重启。VDD高于阈值时将钳位。当VDD低于UVLO门限的时候，MOSFET被关断，器件随后进入上电启动程序。

## 封装信息

SOT23-6

